

GIS를 이용한 산림 생물의 공간적 · 환경적 특성 분석 - 백두대간(경북 · 충북)을 대상으로 -

박정묵 · 서환석 · 이정수*

강원대학교 산림경영학과

A Study on the Spatial and Environmental Characteristics of Forest Biology using GIS: A Case Study of Baekdudaegan area, Gyeongsangbuk-do and Chungcheongbuk-do

Jeongmook Park, Hwanseok Seo, and Jungsoo Lee*

Department of Forest management, College of Forest and Environmental Sciences,
Kangwon National University, Chuncheon, Kangwon, Korea

ABSTRACT : The purpose of this study was to understand the geographical and environmental distribution of animals and plants in Baekdudaegan region using field survey and GIS data. Crucial factors were selected and analyzed to understand the distributional characteristics of wild animals (16 species in 5 orders) and rare endemic plants (20 species in 12 orders). These crucial factors include stand factor (forest type, DBH class, and crown density), soil factor (bed rock, soil texture, and organic matter), geographical factor (elevation, slope, aspect) and climatic factor (temperature, rain fall, humidity). Finally, ten crucial factors were selected by statistical analysis and categorized for analyzing geographical and environmental features. Three orders such as *Rodentia*, *Carnivora*, and *Artiodactyla* in wild animal showed the similar habitat characteristics with the small diameter and the elevation range from 801 to 1,000m. The *Hydropotes inermis* of *Artiodactyla* and *Rattus norvegicus* of *Rodentia* were different in the type of orders, but they had the similar habitat characteristics with the coniferous forest and loam. On the other hand, four orders such as *Tubiflorales*, *Liliales*, *Ericales*, and *Rhamnales* in the rare and endemic plants were showed high occurrence rate in the organic matter between 4 and 6%. The *Rodgersia podophylla* of *Rosales* and *Gastrodia elata* Blume of *Microspermae* were different in the type of orders, but they had the similar habitat characteristics with the stand factor and soil factor.

Keywords : Baekdudaegan, Spatial and environmental distributional characteristics, Forest biology species

서론

1993년 리우환경회의 이후 생물다양성은 전 세계적으로 중요한 과제로 등장했으며(Jin-Hee Lee, 1999), UN은 2010년을 ‘생물다양성의 해’로 선정할 만큼 기후변화와 함께 전 세계적으로 가장 큰 키워드 중 하나가 되고 있다. 영국은 1994년에 향후 20년 동안의 보전 업무를 위한 국가계획인 영국 생물다양성 실행계획(UK Biodiversity Action Plan)에 착수 하여 생물다양성 보전의 기본 원칙을 마련하고, 정부와 민간의 공동주관에 의해 연구가 진행되고 있다.

캐나다는 생물다양성협약 사무소(Biodiversity Convention Office)를 통해 국가 생물다양성 자문그룹(정부, 기업, 학계, 토착기구)을 조직해 정책건의와 같은 업무를 담당하고 있으며, 일본의 경우, 일본생물다양성협약센터를 통해 시계열을 통한 모니터링과 국제 협력에 관한 정보교환기구의 역할까지 수행하고 있으며(Ministry of Environment, 2006), 자생 종과 침입종의 생육환경 분석을 통해 자생종보호를 위한 연구(Parendes and Jones, 2000)가 이루어지고 있다. 그러나 우리나라는 제 3국의 입장에서 논의 동향만을 주시하며, 자생 생물종에 대한 체계적인 정보가 파악되지 않았다는 이유

와 국가적 전략기관의 부재로 구체적인 대응방안과 전략을 세우지 못하고 있는 실정이다.

한편, 학술적 가치가 높은 백두대간 지역은 우리나라의 생태계근본을 이루는 축으로, 생물종다양성이 매우 높은 자연환경의 핵이라고 할 수 있으며(Ju-Han You *et al*, 2009), 산림청은 백두대간 자원실태조사(2006~2009)를 통해 자연생태계 정보를 파악하고 DB구축에 적극적인 노력을 기울이고 있다. 하지만, 생물다양성에 관한 국제적인 대응과 함께 생물환경의 정량적 평가가 필요한 실정이다.

국내 연구동향을 보면 식물의 경우, 장수길 등(2009)은 현장조사를 바탕으로 모데미풀의 서식 환경과 식생 및 토양 특성을 분석한 연구가 보고되었으며, 김은정 등(2010)은 망개나무 자생지의 생태적특성을 도출하는 연구가 진행되었다. 또한 유주한 등(2006)은 조령산 일대에 분포하는 식물들의 군집구조를 통한 생물환경 분석이 이루어졌으며, 오구균 등(2002)은 백두대간 내 피재-도래기재 구간의 식생구조 및 특성을 밝히는 연구가 진행되었다. 한편, 동물의 경우 이슬기 등(2010), 서창완 등(2000)은 GIS를 이용해 동물의 서식지에 영향을 미치는 인자를 바탕으로 서식지 예측모형을 제시하였다. 하지만 동·식물을 총괄하는 생물다양성의 공

간적·환경적 분석과 중요하게 다루어져야할 연구 중 하나인 식물의 자생지 생물환경 분석은 현장조사에만 국한되어 GIS를 통한 정량적 분석은 아직 미비한 상태이다.

따라서 본 연구는 GIS를 이용하여 백두대간 내 다양한 동·식물의 생태적·환경적 특징을 분석하고 정량화하는 것을 목적으로 한다.

재료 및 방법

1. 대상지 및 사용정보

연구 대상지는 경상북도와 충청북도 내 백두대간 지역을 대상으로 하였다(Fig. 1). 산림면적은 약 84,145 ha로 활엽수림이 약 58%로 가장 많이 나타났으며, 침엽수림(약 22%), 혼효림(약 21 ha)의 순으로 분포하였다. 영급별 분포는 IV 영급이 약 35%로 가장 높았으며, 다음으로 V 영급(약 29%), III 영급(약 24%) 순으로 나타났다.

공간특성 분석을 위해 FGIS정보와 행정정보를 이용하였으며, FGIS정보는 산림청에서 제공받은 1:25,000 축척의 수지임상도, 산림입지도, 백두대간구역도를 사용하였다. 한

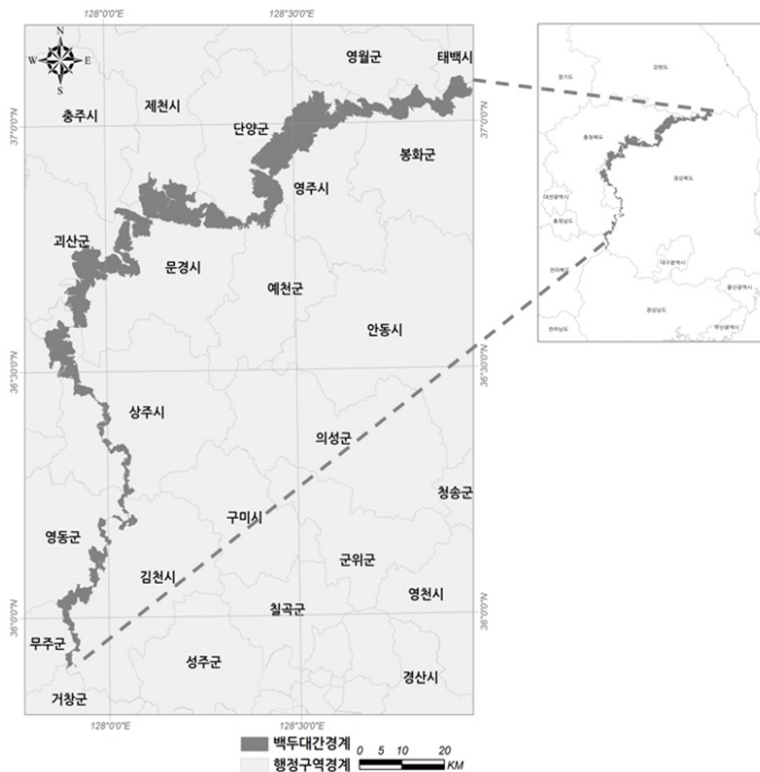


Fig. 1. Study of area.

편, 행정정보는 2009년 각 시군 통계연보와 기상청 기상연보의 연평균 기온과 연평균 총 강우량, 연 평균 습도를 사용하였다. 또한, 현장조사자료는 강원대학교 산림환경보호학과 야생동물연구실에서 제공받은 야생동물 흔적 위치정보와 산림자원학과 수목분류학실험실에서 제공받은 희귀 및 특산식물 위치정보를 사용하였다. 야생동물은 총 5목(目) 16종(種)이 200개 지점에서 흔적이 발견되었고, 식물은 총 12목(目) 20종(種)이 37개 지점에서 출현하였다(Table 1). 공간적특성 분석을 위해 ESRI사의 ArcGIS 9.3을 사용하였으며, 인자선정을 위한 통계분석은 SPSS18.0을 사용하였다.

2. 연구방법

산림생물종의 생육환경 파악을 위해 FGIS를 이용하여 임분인자·토양인자·지형인자·기후인자의 백두대간 공간정보를 구축하였다. 또한, 기후인자는 46개 시·군(충북, 경북)의 지상기상관측점 정보의 포인트를 생성하고 Kriging 기법을 이용해 대상지의 연평균 기온과 연평균 총 강우량, 연 평균 습도 데이터를 생성하였다. Kriging 기법이란 미관측 지점의 값을 이미 알고 있는 주위의 값들을 가중선형 조합으로 예측하는 기법으로 공간통계자료가 필요할 때, 비용과

Table 1. List of wild animals and plants trail.

	Order	Species	Number of species
Animals	Rodentia	<i>Tamias sibiricus</i>	1
		<i>Eothenomys regulus</i> Korean Red-backed Vole	3
		<i>Rattus norvegicus</i>	48
		<i>Sciurus vulgaris coreae</i>	29
		<i>Apodemus speciosus peninsulae</i> (Thomas)	5
	Carnivora	<i>Nyctereutes procyonoides</i>	19
		<i>Martes flavigula koreana</i>	1
		<i>Felis bengalensis euphilura</i>	31
		<i>Meles meles</i>	9
		<i>Mustela sibirica</i>	1
	Artiodactyla	<i>Hydropotes inermis</i>	20
		<i>Capreolus pygargus</i>	9
		<i>Naemohedus goral</i>	6
		<i>Sus scrofa</i>	7
	Insectivora	<i>Talpa micrura coreana</i>	8
	Lagomorpha	<i>Lepus coreanus</i> Thomas	3
Plants	Tubiflorales	<i>Elsholtzia angustifolia</i>	2
		<i>Salvia chanryonica</i>	2
		<i>Ajuga spectabilis</i>	2
	Liliales	<i>Paulownia coreana</i>	1
		<i>Lilium distichum</i>	1
		<i>Disporum ovale</i> Ohwi	2
	Ranunculales	<i>Trillium kamschaticum</i> Pall. ex Pursh	1
		<i>Megaleranthis saniculifolia</i>	1
	Ericales	<i>Thalictrum actaeifolium</i>	1
		<i>Rhododendron micranthum</i>	5
Rosales	<i>Vaccinium koreanum</i>	1	
	<i>Rodgersia podophylla</i>	1	
Myrtales	<i>Vicia venosissima</i>	2	
rhamales	<i>Daphne kamschitica</i>	2	
Piperiales	<i>Berchemia berchemiaefolia</i>	4	
Microspermae	<i>Aristolochia contorta</i> Bunge	1	
Violales	<i>Gastrodia elata</i> Blume	2	
Asterales	<i>Viola albida</i> Palib	1	
Dipsacales	<i>Cirsium setidens</i>	2	
	<i>Weigela subsessilis</i>	3	

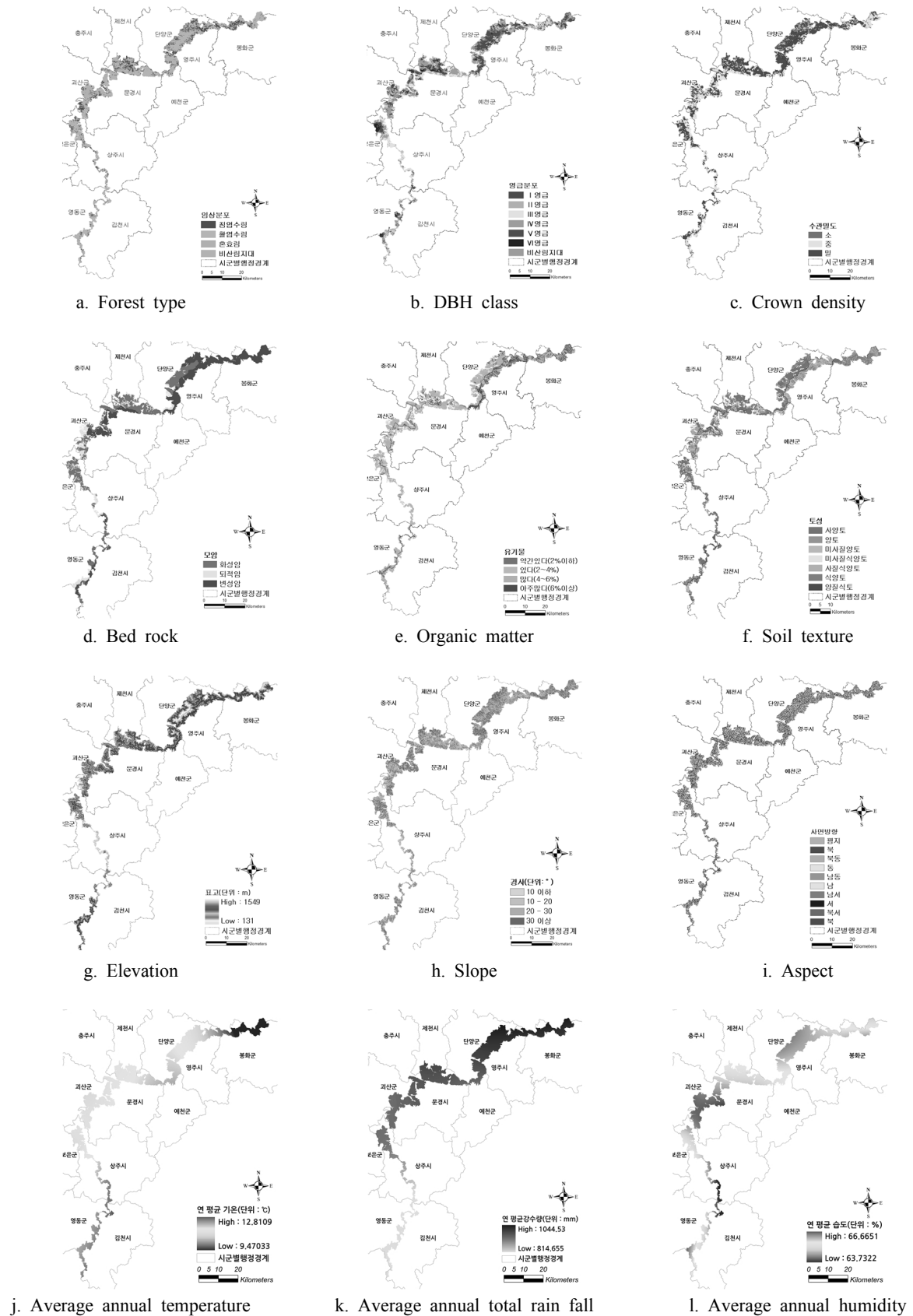


Fig. 2. Construction of crucial factor map using GIS.

시간의 문제로 인하여 모든 지점의 원하는 값을 얻을 수 없을 때 유용한 방법으로 계산방법은 식 (1)과 같다(Danie, 1951).

$$\hat{Z}(S_0)^2 = \sum_{i=1}^{N^1} \lambda_i^3 Z(S_i)^1 \quad (1)$$

- 1) Z(Si) = I 번째 위치에서 측정된 값
- 2) λi = i번째 위치에서 추정을 위한 가중치
- 3) Z(S0) = 예측하는 위치의 값
- 4) N = 측정하는 값의 개수

또한, 동·식물 정보는 조사야장에 기입된 현장 좌표지점을 GIS를 이용해 포인트 자료로써 DB화하여 출현 분포 맵을 구축하였다(Fig. 2).

둘째, 백두대간 내 생물종의 환경분석을 위해 서식지 및 자생지에 영향을 미치는 인자는 선행논문을 참고하여 선정하였다. 식생구조 파악을 위해 김은정 등(2010), 오구균 등(2002)은 토양인자, 지형인자, 기후인자를 사용하였고, 생육·분포 특성 파악을 위해 유주한 등(2006), 서창완 등(2000)은 임분인자와 지형인자를 적용하였다. 그 중 본 연구에서는 임분인자인 임상·경급·밀도와 토양인자인 모암·토성·유기물함량, 지형인자인 표고·사면방향·경



Fig. 3. Construction of survey location maps using GIS.

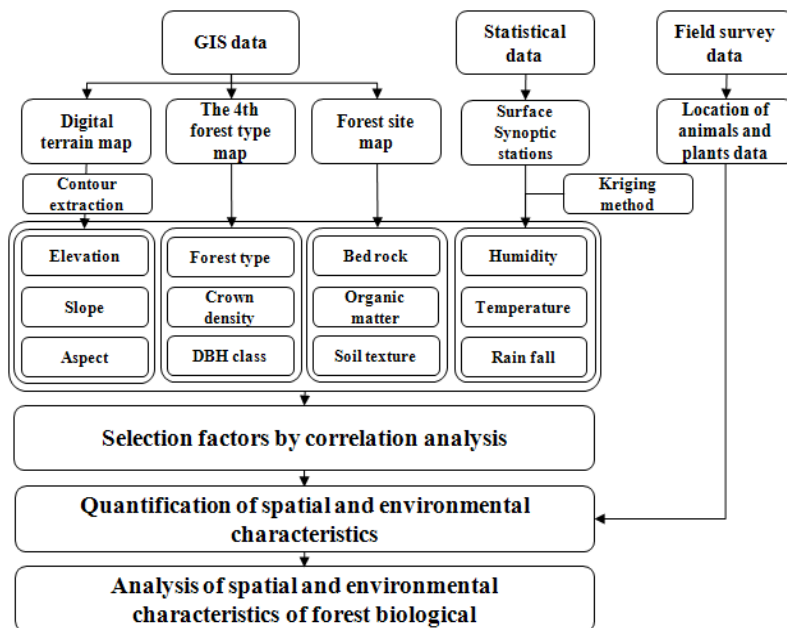


Fig. 4. The framework of study.

사, 기후인자인 기온·습도·강수를 선정하였다(Fig. 3).

셋째, 인자들 간의 상호 연관성을 파악하기 위해, 서식지 및 자생지 특성을 조사된 지점에서만 상관분석하여 주요인자를 선정하였다(Su-Kil Jang *et al.*, 2009; Seul-Gi Lee *et al.*, 2010). 마지막으로, 구축된 야생동물과 희귀·특산식물의 데이터를 인자별 카테고리화를 통해 백두대간의 인자별 면적비율과 비교하여 동·식물의 출현비율을 분석하였으며, 목별·종별로 구분하여 공간적·환경적 생육환경을 분석하였다(Fig. 4).

결과 및 고찰

1. 백두대간의 환경적 특성분석

대상지 내 야생동물 5목 16종 중 쥐(24%)와 샐(15.5%), 희귀·특산식물 12목 20종 중 꼬리진달래(13.5%)와 망개나무(10.8%)의 출현빈도가 가장 높았다. 산림청 백두대간 자원실태조사서(2007;2008;2009)는 동물 27종 식물 107종이 보고되었는데 본 연구와 비교하면 야생동물의 경우 비단털쥐, 희귀·특산식물은 가는잎향유, 두메닥나무, 망개나무, 모데미풀이 추가적으로 발견되었다. 한편, 본 연구에서 출현한 고려엉겅퀴, 천마, 모데미풀은 환경부(2009)가 선정한 ‘국내 100대 유용 생물자원’에 포함된 것으로 나타났다.

GIS에 의한 대상지환경특성은 활엽수림이 약 58%로 가장 높았으며, 경급은 ‘중경목’ 64%, 밀도의 경우 ‘중’이 59%로 분포하였다. 산림청(2009)과 비교하면 활엽수림비율은 전국평균보다 약 34%, 중경목비율은 약 29% 높았다. 모암의 경우 화성암과 변성암이 약 90%로 환경부(2010)와 비교하면 전 국토의 화성암과 변성암이 차지하는 비율(약 70%)과 비슷하였다. 토성은 사양토가 약 56%로 가장 높게 나타났고, 유기물함량 4~6%가 42%로 분포하였으며, 표고의 평균은 약 709 m, 경사의 평균은 약 26°로 나타났다. 연평균 기온은 약 11.7℃, 연 평균 총강수량은 약 966 mm, 연평균 습도는 약 65.4%로 나타났으며, 기상청(2010) 정보와 비교하면 전국 평균보다 기온은 약 1℃, 강수량은 약 500 mm 낮았다.

2. 상관분석을 통한 주요인자선정

12개 인자 중 수치형데이터인 표고, 경사, 사면방향, 기온, 습도, 강수량의 평균과 표준편차 값은 Table 2와 같고, 인자 간 상호의존관계를 파악하기 위한 이변량 상관계수 값은 Table 3과 같다. 서로 상관관계가 가장 높은 변수는 기온과 강수량(상관계수 = -.965), 강수량과 습도(상관계수 = .763), 습도와 기온(상관계수 = -.756)으로 나타났다. 따라서 상관관계가 높은 기온, 강수량, 습도 중 하나의 인자를

Table 2. Statistics using numerical data.

		MEAN	STDEV
Geographical factor	Elevation(m)	858.016	136.706
	Slope(°)	20.210	6.978
	Aspect	213.749	95.615
Climatic factor	Temperature(°C)	10.210	0.5096
	Humidity(%)	65.638	0.3184
	Rain Fall(mm)	1025.646	20.460

Table 3. Correlation analysis using 6 factors.

	Elevation	Slope	Aspect	Temperature	Humidity	Rain fall
Elevation	1.000	-.093	-.085	-.602	0.485	0.545
Slope	-.093	1.000	-.035	0.142	-.299	-.156
Aspect	-.085	-.035	1.000	-.089	0.066	0.129
Temperature	-.602	0.142	-.089	1.000	-.756	-.965
Humidity	0.485	-.299	0.066	-.756	1.000	0.763
Rain fall	0.545	-.156	0.129	-.965	0.763	1.000

사용하여도 동·식물 생육환경 분석에 유의한 영향이 없을 것으로 판단되어 기온, 강수량을 제외한 주요인자 10개를 선정하였다.

3. 인자별 카테고리화를 통한 발생비 분석

대상지의 인자별 카테고리 면적비에 대한 야생동물 및 희귀·특산식물의 출현비율을 비교한 결과, 야생동물의 출현비율은 대상지에 대한 인자(임상, 유기물함량, 경사)별 카테고리 분포비율과 유사하였다. 반면에 야생동물 조사지역이 임도 또는 임도주변에서 이루어졌기 때문에, 임분인자 중 밀도 인자는 대상지의 분포비율과 상이하게 나타났다.

한편, 희귀·특산식물의 출현비율은 모암, 사면방향을 제외한 모든 인자에서 카테고리 면적비가 높을수록 출현비율도 높았으며 그 중 중경목이상인 지역과 유기물함량이

4% 이상인 지역에서 각각 출현빈도수는 70%이상으로 나타났다(Table 4). 야생동물과 희귀·특산식물의 출현비율이 침엽수림과 변성암, 유기물함량 4~6%, 경사 21~30°인 지역에서 공통적으로 높게 나타난 것으로 보아 향후 이 4개 인자를 고려하여 조사하는 것이 효과적으로 판단된다.

4. 동·식물의 공간적·환경적 분포특성

1) 야생동물 흔적분포특성

야생동물의 목별 흔적환경에 대한 분포특성을 보면 설치목·식육목·우제목은 소경목과 비산림지역, 표고 801~1,000 m 구간에서 출현비율이 높게 나타났으며 특히 표고는 평균이 약 76%로 가장 높았다(Fig. 5 b, c, f). 또한, 설치목·식육목은 유기물함량이 4~6%(Fig. 5 e), 식육목·우제목은 경사 21~30°(Fig. 5 g), 설치목·우제목은 침엽수림과

Table 4. Environmental analysis of wild animals and plants habitat using quantification of 10 factors.

Factor	Category								note
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Forest type	Coniferous forest 23 / 40 / 14	Broadleaved foest 57 / 50 / 54	Mixed forest 20 / 10 / 32	-	-	-	-	-	-
DBH class	Young tree 1 / 22 / 0	Small diameter 30 / 58 / 35	Medium diameter 63 / 16 / 65	Large diameter 4 / 5 / 0	-	-	-	-	-
Crown density	Low 1 / 29 / 0	Medium 39 / 22 / 38	High 57 / 5 / 62	-	-	-	-	-	Non forest 0 / 0 / 45
Bed rock	Igneous rock 42 / 0 / 30	Sedimentary rock 9 / 0 / 11	Metamorphic rock 41 / 100 / 59	-	-	-	-	-	-
Soil texture	Sandy loam 50 / 27 / 62	Loam 20 / 35 / 16	Silt loam 18 / 38 / 14	Loamy sand 0 / 0 / 3	-	-	-	-	Null 12 / 1 / 5
Organic matter	0-2% 1 / 0 / 0	2-4% 33 / 11 / 27	4-6% 42 / 59 / 65	6% < = 13 / 30 / 3	-	-	-	-	Null 11 / 1 / 5
Elevation (m)	= < 400 8 / 1 / 0	401-600 25 / 0 / 19	600-800 34 / 18 / 41	801-1,000 23 / 77 / 16	1,001-1,200 8 / 5 / 14	1,201 < = 2 / 1 / 11	-	-	-
Aspect	E 14 / 10 / 14	W 13 / 26 / 19	S 13 / 10 / 11	N 13 / 8 / 11	SE 12 / 4 / 8	SW 12 / 18 / 8	NE 12 / 11 / 19	NW 12 / 15 / 11	-
Slope (°)	< = 10 4 / 7 / 16	11-20 22 / 41 / 27	21-30 47 / 49 / 35	31 < = 27 / 5 / 22	-	-	-	-	-
Humidity (%)	< 64 26 / 0 / 0	64-65 49 / 0 / 54	65 < 25 / 100 / 46	-	-	-	-	-	-

(Total area ratio(%)/Distribution of wild animal trail(%)/Distribution of rare species(%))

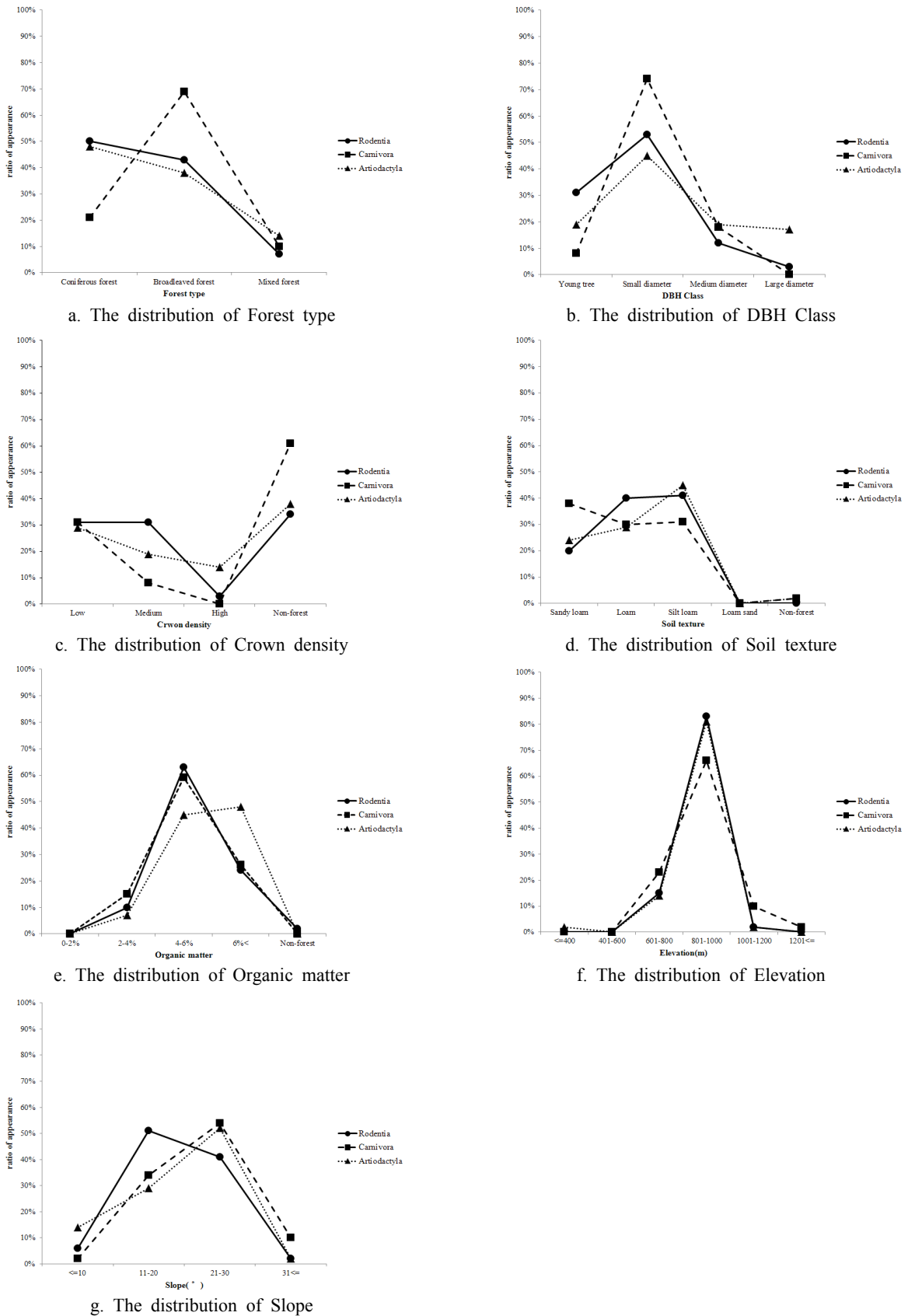


Fig. 5. Comparison of the distribution of the characteristics of wild animals by orders.

미사질양토(Fig. 5 a, d)에서도 높은 출현비율이 나타나 목
별 공통된 서식지환경을 파악하였다.

한편, 식충목과 토끼목은 야생동물 출현대비(5.5%)가 낮
아 공통된 서식환경 분포는 나타나지 않았다. 모암과 습도
는 각각 ‘변성암’, ‘65% 초과’지역이 100%로 집중 분포하
였는데, 국지적으로 조사되어 나타난 결과이므로 차후 구간
별로 나누어 조사한다면 서식지환경 분석에 유용할 것이다.

종별 흔적환경에 대한 분포특성을 보면 설치목에 속한
비단털들쥐와 흰넓적다리붉은쥐는 임분인자와 토양인자가
모두 동일한 환경에 분포하였고, 서로 다른목인 쥐(설치목)
와 고라니(우제목)도 양토와 침엽수림에서 공통적으로 흔적

이 발생하였다. 또한 두더지(식충목)와 샐(식육목)도 활엽
수림과 소경목, 유기물함량 4~6% 지역에 유사한 흔적이
나타났다(Table 5).

한편, 현장조사를 통해 구축된 야생동물의 환경특성은
배석물이나 족적, 식흔 등의 조사자료로 환경부에서 제공하
는 ‘한국고유종DB 및 법정관리종 정보’의 야생동물 생육환
경과 유사하지 않았지만 이동 중에 남긴 흔적 등을 유추해
야생동물의 생육범위의 파악가능여부와 굴이나 보금자리
등 서식지 환경 분석을 통해 향후 정확한 생육환경 분석이
가능할 것이다.

Table 5. Habitat environment of wild animals using GIS.

Species (Number of species)	Habitat environment										
	Stand factor			Soil factor				Geographical factor			Climatic factor
	Forest type	DBH class	Crown density	Bed rock	Soil texture	Organic matter (%)	Elevation (m)	Slope (°)	Aspect	Humidity (%)	
	C/B/M	Y/S/M/L	L/M/H/NF	IR/SR/MR	SL/L/SiL/LS/n	0-2/2-4/4-6/6<=n					
<i>Tamias sibiricus</i> (1)	0/1/0	1/0/0/0	0/1/0/0	0/0/1	0/0/1/0/0	0/0/1/0/0	809	22	215	65	
<i>Eothenomys regulus</i> Korean Red-backed Vole(3)	3/0/0	0/2/0/1	0/0/1/2	0/0/3	0/0/3/0/0	0/0/0/3/0	898	16	289	65	
<i>Rattus norvegicus</i> (48)	24/20/4	14/27/7/0	21/14/0/13	0/0/48	10/20/18/0/0	0/6/31/9/2	857	18	197	65	
<i>Sciurus vulgaris coreae</i> (29)	11/16/2	12/12/3/2	6/12/2/9	0/0/29	7/14/8/0/0	0/3/22/4/0	837	20	246	65	
<i>Apodemus speciosus peninsulae</i> (Thomas)(5)	5/0/0	0/5/0/0	0/0/0/5	0/0/5	0/0/5/0/0	0/0/0/5/0	912	17	276	65	
<i>Nyctereutes procyonoides</i> (19)	9/10/0	2/15/2/0	6/2/0/11	0/0/19	5/4/9/0/1	0/2/9/8/0	823	20	239	65	
<i>Martes flavigula koreana</i> (1)	0/1/0	0/0/1/0	1/0/0/0	0/0/1	0/0/1/0/0	0/0/1/0/0	1051	21	232	65	
<i>Felis bengalensis euphilura</i> (31)	2/25/4	3/23/5/0	7/3/0/21	0/0/31	15/12/4/0/0	0/7/19/5/0	932	22	191	65	
<i>Meles meles</i> (9)	2/5/2	0/6/3/0	5/0/0/4	0/0/9	2/2/5/0/0	0/0/6/3/0	905	20	226	65	
<i>Mustela sibirica</i> (1)	0/1/0	0/1/0/0	0/0/0/1	0/0/1	1/0/0/0/0	0/0/1/0/0	792	11	295	65	
<i>Hydropotes inermis</i> (20)	10/9/1	5/10/2/3	4/5/3/8	0/0/20	5/8/6/0/1	0/2/10/8/0	849	21	226	65	
<i>Capreolus pygargus</i> (9)	6/2/1	1/3/2/3	3/1/2/3	0/0/9	0/2/7/0/0	0/0/4/5/0	832	15	211	65	
<i>Naemorhedus goral</i> (6)	2/2/2	0/4/2/0	1/0/0/5	0/0/6	3/0/3/0/0	0/0/3/3/0	833	16	146	65	
<i>Sus scrofa</i> (7)	2/3/2	2/2/2/1	3/2/1/0	0/0/7	2/2/3/0/0	0/1/2/4/0	847	23	216	65	
<i>Talpa micrura coreana</i> (8)	2/4/2	2/3/3/0	1/2/0/5	0/0/8	2/2/4/0/0	0/0/5/3/0	843	18	262	65	
<i>Lepus coreanus</i> Thomas(3)	1/2/0	1/2/0/0	0/1/0/2	0/0/3	1/1/1/0/0	0/0/3/0/0	822	25	237	65	

Forest type C(Coniferous forest), B(Broadleaved forest), M(Mixed forest)
 DBH class Y(Young tree), S(Small diameter), M(Medium diameter), L(Large diameter)
 Crown density L(Low), M(Medium), H(High), NF(Non forest)
 Bed rock IR(Igneous rock), SR(Sedimentary rock), MR(Metamorphic rock)
 Soil texture SL(Sandy loam), L(Loam), SiL(Silt loam), LS(Loamy sand), n(null)
 Organic matter n(null)

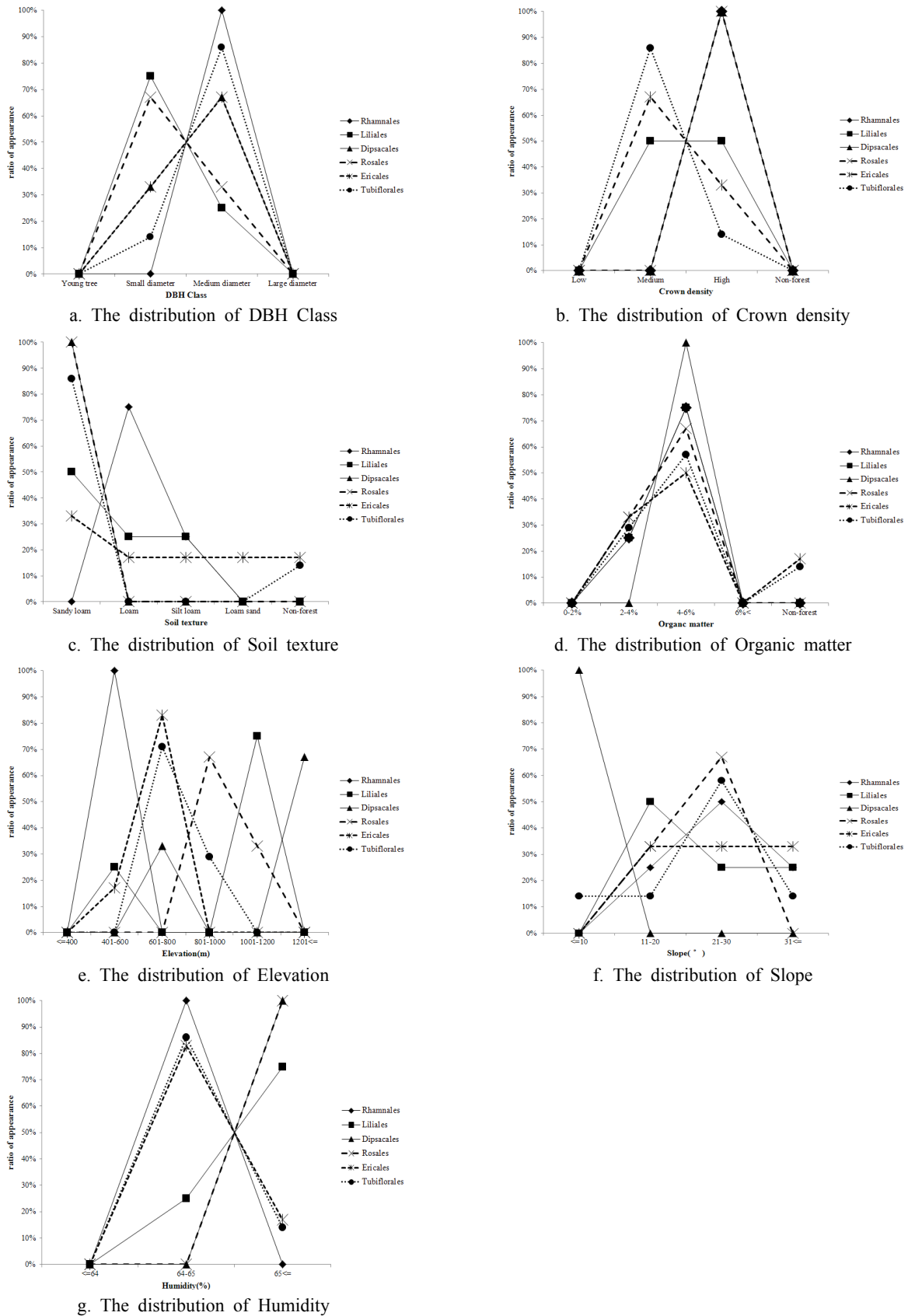


Fig. 6. Comparison of the distribution of the characteristics of plants by orders.

2) 희귀·특산식물 자생지분포특성

희귀·특산식물의 목별 자생지환경 분포특성을 보면 통화식물목·백합목·진달래목·갈매나무목은 유기물함량 4~6%에 출현비율이 높았으며(Fig. 6 d), 갈매나무목을 제외한 3개 목은 사양토(Fig. 6 c)에서도 평균 약 56%로 높게 나타났다. 또한, 통화식물목·진달래목·갈매나무목은 중경목지역과 습도 64~65%에 집중 분포하였으며, 특히 습도는 평균이 약 90%로 가장 높았다(Fig. 6 a, g). 통화식물목·진달래목은 밀도가 ‘중’, 표고 601~800 m(Fig. 6 b, e), 통화식물목·갈매나무목은 경사 21~30°(Fig. 6 f)에서도 높은 출현비율이 나타나 목별 공통된 자생지환경을 파악하였다.

한편, 미나리아재비목, 장미목, 도금양목, 후추목, 미종자목, 제비꽃목, 국화목, 산토끼꽃목은 출현수가 3개 이하로

공통된 자생지환경 분포는 나타나지 않았다. 모암은 ‘퇴적암’ 지역이 갈매나무목에서만 출현하였고, 임상은 침·활·혼 고루 분포한 것으로 보아 희귀·특산식물의 생육특성과 연관이 없었다.

희귀·특산식물의 종별 자생지환경 분포특성을 보면 통화식물목에 속하는 가는잎향유와 참배암차즈기의 임분인자와 토양인자의 생육환경이 모두 일치하였다. 한편, 서로 다른 목에 속하는 도깨비 부채(장미목)와 천마(미종자목), 태백제비꽃(제비꽃목)도 임분인자와 토양인자가 유사한 환경에 분포하였으며, 꼬리진달래(진달래목)와 말나리(백합목)도 유기물함량을 제외한 5개 인자가 매우 유사하게 분포하였다. 또한, 두메닥나무(도금양목)와 금강애기나리(백합목)는 혼효림, 밀도는 ‘밀’, 변성암, 유기물함량 4~6%인 지역, 연영초(백합목)와 모데미풀(미나리아재비목)은 소경목, 변

Table 6. Habitat environment of rare plants and endemic plants using GIS.

Species (Number of species)	Habitat environment									
	Stand factor			Soil factor			Geographical factor			Climatic factor
	Forest type	DBH class	Crown density	Bed rock	Soil texture	Organic matter (%)	Elevation (m)	Slope (°)	Aspect	Humidity (%)
C/B/M	Y/S/M/L	L/M/H	IR/SR/MR	SL/L/SiL/LS/n	0-2/2-4/4-6/6<=n					
<i>Elsholtzia angustifolia</i> (2)	0/0/2	0/0/2/0	0/2/0	2/0/0	2/0/0/0/0	0/1/1/0/0	771	11	151	65
<i>Disporum ovale</i> Ohwi(2)	1/0/1	0/2/0/0	0/1/1	1/0/1	1/0/1/0/0	0/0/2/0/0	811	29	142	66
<i>Rhododendron micranthum</i> (5)	0/3/2	0/2/3/0	0/3/2	2/0/3	1/1/1/1/1	0/2/2/0/1	666	28	165	65
<i>Rodgersia podophylla</i> (1)	0/1/0	0/0/1/0	0/0/1	0/0/1	1/0/0/0/0	0/0/1/0/0	1183	29	19	66
<i>Daphne kamschatica</i> (2)	0/0/2	0/0/2/0	0/0/2	0/0/2	0/0/2/0/0	0/1/1/0/0	676	32	164	64
<i>Lilium distichum</i> (1)	0/1/0	0/0/1/0	0/1/0	0/0/1	1/0/0/0/0	0/1/0/0/0	1144	16	263	66
<i>Berchemia berchemiaefolia</i> (4)	0/3/1	0/0/4/0	0/0/4	0/4/0	0/3/1/0/0	0/1/3/0/0	429	27	181	65
<i>Megaleranthis saniculifolia</i> (1)	0/1/0	0/1/0/0	0/1/0	0/0/1	0/1/0/0/0	0/0/0/1/0	1366	7	300	66
<i>Vaccinium koreanum</i> (1)	0/0/1	0/0/1/0	0/1/0	1/0/0	1/0/0/0/0	0/0/1/0/0	623	15	314	65
<i>Trillium kamschaticum</i> Pall. ex Pursh(1)	1/0/0	0/1/0/0	0/0/1	0/0/1	1/0/0/0/0	0/1/0/0/0	1137	20	106	66
<i>Aristolochia contorta</i> Bunge(1)	0/1/0	0/0/1/0	0/0/1	1/0/0	1/0/0/0/0	0/1/0/0/0	631	22	161	65
<i>Salvia chanryonica</i> (2)	0/0/2	0/0/2/0	0/2/0	2/0/0	2/0/0/0/0	0/1/1/0/0	743	28	259	65
<i>Gastrodia elata</i> Blume(2)	0/1/1	0/1/1/0	0/1/1	1/0/1	2/0/0/0/0	0/1/1/0/0	706	26	89	65
<i>Viola albida</i> Palib.(1)	0/1/0	0/0/1/0	0/0/1	0/0/1	1/0/0/0/0	0/0/1/0/0	1305	11	341	66
<i>Cirsium setidens</i> (2)	0/2/0	0/1/1/0	0/0/2	0/0/2	2/0/0/0/0	0/0/2/0/0	1173	12	192	66
<i>Vicia venosissima</i> (2)	1/1/0	0/2/0/0	0/0/2	0/0/2	2/0/0/0/0	0/1/1/0/0	947	19	323	66
<i>Weigela subsessilis</i> (3)	1/2/0	0/1/2/0	0/0/3	1/0/2	3/0/0/0/0	0/0/3/0/0	1114	10	128	66
<i>Paulownia coreana</i> (1)	1/0/0	0/0/1/0	0/1/0	0/0/1	1/0/0/0/0	0/0/1/0/0	857	23	146	66
<i>Thalictrum actaeifolium</i> (1)	0/1/0	0/1/0/0	0/0/1	0/0/1	1/0/0/0/0	0/0/1/0/0	1050	34	270	66
<i>Ajuga spectabilis</i> (2)	0/2/0	0/1/1/0	0/1/1	0/0/2	1/0/0/0/1	0/1/0/0/1	679	27	184	65

Forest type C(Coniferous forest), B(Broadleaved forest), M(Mixed forest)
 DBH class Y(Young tree), S(Small diameter), M(Medium diameter), L(Large diameter)
 Crown density L(Low), M(Medium), H(High), NF(Non forest)
 Bed rock IR(Igneous rock), SR(Sedimentary rock), MR(Metamorphic rock)
 Soil texture SL(Sandy loam), L(Loam), SiL(Silt loam), LS(Loamy sand), n(null)
 Organic matter n(null)

성암, 양토에서 자생지환경이 유사하게 분포하였다(Table 6). 한편, 산림청에서 제공하는 ‘국가생물종 지식정보시스템’에서 인자정보가 많은 천마의 자생지환경은 활엽수림, 밀도 ‘중’ 또는 ‘밀’, 유기물함량 5%이상, 습도 약 70%, 표고 약 700 m, 경사 30° 이내로 보고되었으며, 본 연구에서 경사를 제외한 5개 인자가 일치하였다. 한편, 모데미풀은 장수길 등(2009)에 의하면 임상은 활엽수림, 유기물함량은 6%이상, 표고는 770~1,440 m, 경사는 완만한 지대, 사면 방향은 북으로 조사되었는데 본 연구의 자생지환경과 전부 일치하였다.

결 론

본 연구는 FGIS정보, 지상기상관측정보, 야생동물 및 희귀·특산식물의 조사정보를 이용하여 현장조사정보와 GIS정보의 중첩을 통해 목별과 종별 생육환경을 분석했을 뿐만 아니라, 기존의 자생지특성과 비교를 통해 동·식물의 생육환경의 특성을 검토하였다.

대상지에서 야생동물은 5목 중 설치목(43%)과 식육목(31%), 희귀·특산식물은 12목 중 통화식물목(19%)과 진달래목(16%)이 출현수가 가장 많았다. 각 인자의 속성정보를 정량화하여 대상지의 전체면적분포비율과 동·식물의 출현비율을 비교하였을 때, 야생동물은 분포환경이 다른 반면에 희귀·특산식물은 같은 분포환경을 보였다.

목별로 공통된 환경을 구분하면 야생동물의 경우 설치목, 식육목, 우제목은 경급, 밀도, 표고에서 출현빈도의 분포가 유사하였으며, 한편 희귀·특산식물은 통화식물목, 백합목, 진달래목, 갈매나무목은 유기물함량 ‘많다’에서 각각 출현빈도가 가장 높게 나타났다.

종별로는 야생동물의 경우, 서로 동일한 목에 속한 종이라도 생육환경은 다르게 분포하였다. 또한 환경부에서 제공한 동물의 생육환경과 본 연구에서 현장조사자료를 통해 구축된 야생동물의 흔적환경은 서로 상이하여 비교할 수 없었으나, 백두대간 내 자생범위 파악에는 유용할 것으로 분석되었다. 한편, 희귀·특산식물은 2~3개 종별로 유사한 생육환경에 분포하였으며, 산림청정보와 선행논문을 통해 비교한 결과, 자생지 환경연구가 초기단계인 가는잎향유, 고려영귀, 노랑갈퀴, 산앵도나무, 은평의다리, 태백제비꽃을 제외한 나머지 수종은 매우 유사하였다.

GIS를 이용하여 백두대간의 다양한 동·식물의 공간적 발생 경향을 파악할 수 있었으며, 특정수종이나 구간을 선

정해 연구를 진행하면 동·식물이 생육하고 있는 서식환경에 대한 체계적인 관리와 보호를 할 수 있을 것으로 생각된다. 따라서 GIS를 활용하여 백두대간 내 주요 생물종의 서식지 보전 및 생물종 보호 개발에 활용할 수 있으리라 판단되며, 산림생물 관리에 드는 비용의 절감효과와 분포현황 및 종별 개체군의 특성에 대한 기초자료로서 유용하리라 사료된다.

사 사

본 연구는 산림청 ‘산림과학기술개발사업(과제번호 : S211011L020130)’의 지원에 의하여 이루어진 것입니다.

인용문헌

- Krige, D. G. 1951. A statistical approach to some basic mine valuation problems on the Witwatersrand. J. of the Chem. Metal. and Mining Soc. of South Africa. 52(6): 119-139.
- Jang, S.K. and Cheon, K.S. and Jeong, J.H. and Kim, Z.S. and Yoo, K.O. 2009. Environmental Characteristics and Vegetation of *Megaleranthis saniculifolia* Ohwi Habitats. Korean J. Environ. Biol. 27(3): 314-322.
- Kim, E.J. and Kim, Y.S. and Shin, H.T. and Lee, M.H. 2010. Vegetation Structure of Wild *Berchemia berchemiaefolia* Population in Gyeongsangbuk-do, Korea. Pro. Kor. Soc. Env. Eco. Con. 20(2): 189-193.
- Korea Meteorological Administration. 2009. Annual Climatological Report Korea Meteorological Administration. 2010. Data of meteorological statistical analysis. p.4
- Korea Service Forest. 2007. Forest resources survey in the Baekdudaegan Mountains. p. 104-185.
- Korea Service Forest. 2008. Forest resources survey in the Baekdudaegan Mountains. p. 223-403.
- Korea Service Forest. 2009. Forest resources survey in the Baekdudaegan Mountains. p. 206-336.
- Korea Service Forest. Korea Biodiversity Information System. Available online at www.nature.go.kr:9001/index.do; last accessed Mar. 29, 2011.
- Lee, J.H. 1999. A Study on the Policy of Wildlife Habitat Restoration and Creation. The Industrial Science Researches. (8): 1-14.
- Lee, S.G. and Jung, S.G. and Park, K.H. and Kim, K.T. and Lee, W.S. 2010. A Prediction Model and Mapping for Forest-Dwelling Birds Habitat Using GIS. The Korean Association of Geographic Information Studies. 13(1): 62-73.
- Ministry of Environment. 2006. A study on establishing plan to national action system of Convention on Biological Diversity. pp. 138-179.
- Ministry of Environment. 2009. A study on preparing development

- program for biological resource industry. pp. 112-115.
- Ministry of Environment. 2010. White paper of Environment. pp. 258-259.
- Ministry of Environment. 2005. Wild fauna and flora of Korea. Available online at <http://nre.me.go.kr/meweb/main/index.jsp>; last accessed Mar. 29, 2011.
- Oh, K.K. and Park, S.G. 2002. Vegetation structure of mountain ridge from Pijae to Doraegijae in the Baekdudaegan, Korea. Kor. J. Env. Eco 15(4): 330-343.
- Parendes, L. A. and J. A. Jones. 2000. Role of light availability and dispersal in exotic plant invasion along roads and streams in the H. J. Andrews experimental forest, Oregon. Conservation Biology. (14): 64-75.
- Seo, C.W. and Park, C.H. 2000. Wild Boar(*Sus scrofa coreanus* Heude) Habitat Modeling Using GIS and Logistic Regression. The Journal of GIS Association of Korea, 8(1): 85-99.
- Shim, K.K. and Ha, Y.M. and Lee, W.H. and Kim, Y.H. and Kim, D.S. 2003. Distribution of Korean Native *Corylopsis coreanan* and Its Morphological Characteristics as Rare and Endangered Plant. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 44(2): 260-266.
- You, J.H. and Jung, S.G. and Park, I.H. and Lee, G.Y. and Ahn, C.K. and Cho, H.W. and Lee, C.H. 2006. Classification by Characteristics of Flora in Mt. Joryeong, Geosan-gun, Chungcheongbuk-do. Korean J. Plant Res 19(4): 459-470.
- You, J.H. and Ra, J.H. and Cho, H.J. and Ku, J.N. 2009. Practical Plan and Vascular Plants Around Constructed-reserved Site of Ecological Forest in Baekdudaegan. J. Korean Env. Res. Tech. 12(5): 42-58.

(Received October 17, 2011; Accepted December 22, 2011)